



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора ВГТУ

С.А. Колодяжный

09 \_\_\_\_\_ 2016 г.



Система менеджмента качества

**ПРОГРАММА**  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ  
ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ

**«ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»**

Направление подготовки: **13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».**  
Формы обучения: **очная, заочная.**

Воронеж 2016



Программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по дисциплинам, являющимся базовыми для обучения в магистратуре по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» программе «Промышленная теплоэнергетика»: теплообменное оборудование предприятий; источники и системы теплоснабжения предприятий.

## **I. Перечень элементов содержания, проверяемых на вступительном испытании**

### **Раздел 1. «Теплообменное оборудование предприятий»**

1. Основные теплоносители, используемые в промышленности. Их характеристика, преимущества и недостатки.
2. Типы и конструкции сушильных установок. Рециркуляция сушильного агента.
3. Теплообмен при изменении агрегатного состояния теплоносителя. Кипение. Конденсация.
4. Общая классификация холодильных установок. Идеальная паровая компрессионная холодильная установка.
5. Проверочный расчет рекуперативных ТОА непрерывного действия.
6. Метод кинетической кривой для определения количества тарелок ректификационной колонны. Поиск оптимального флегмового числа.
7. Теплообмен при течении однофазного теплоносителя в прямых круглых каналах, при течении в не прямых каналах и каналах сложной формы.
8. Кипящий (псевдооживленный) слой. Свойства. Характеристики.
9. Растворы. Свойства растворов. Физико-химическая температурная депрессия. Гидростатическая и гидродинамическая депрессии. Располагаемый и действительный температурный напор.
10. Основные конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов непрерывного действия.
11. Теплообмен в смесительных ТОА. Особенности расчета. Тепловой расчет безнасадочных и насадочных смесительных ТОА.
12. Расчет действительных конвективных сушильных установок с однократным использованием сушильного агента. Изображение процессов на диаграмме.
13. Каскадная холодильная установка. Газовая холодильная установка.
14. Материальный баланс МВУ. Определение количества выпариваемой жидкости и концентрации раствора по ступеням. Распределение разности температур по ступеням.
15. Второй этап сушки. Методика А.В. Лыкова по определению времени второго этапа сушки.



16. Рекуперативные ТОО периодического действия. Конструктивный и проверочный расчеты.
17. Ректификационные установки периодического и непрерывного действия. Изображение процессов на диаграмме.
18. Сложный теплообмен в рекуперативных ТОО.
19. Теплообмен в межтрубном пространстве рекуперативных ТОО при наличии внутренних перегородок.
20. Тепловой баланс и расход пара на МВУ.
21. Общая классификация холодильных установок. Идеальная паровая компрессионная холодильная установка.
22. Влияние способа подвода теплоты на процесс сушки. Законы движения влаги внутри высушиваемого материала.
23. Тепловой расчет регенеративных ТОО.
24. Виды связи влаги с высушиваемым материалом. Виды высушиваемых материалов. Закон Дальтона.
25. Общие сведения о видах теплового расчета рекуперативных ТОО. Основные этапы при проектировании ТОО. Оптимизация.
26. Изображение основных процессов во влажном воздухе на диаграмме Рамзина. Нагрев, охлаждение, адиабатное охлаждение воздуха, смешение воздушных потоков.
27. Классификации и конструкции выпарных аппаратов.
28. Действительные пароконденсационные одно и двухступенчатые холодильные установки.
29. Дистилляционные установки периодического и непрерывного действия. Изображение процессов на диаграмме.
30. Основные уравнения, используемые при тепловом расчете рекуперативных ТОО. Средняя разность температур. Прямоток и противоток. Сложные схемы течения теплоносителей.
31. Диаграммы состояния идеальных и реальных бинарных смесей. Азеотропные смеси.
32. Ректификация и дистилляция. Виды смесей. Характеристики смесей. Идеальная бинарная смесь. Закон Рауля.
33. Кинетика сушки. Первый период сушки. Определение времени первого периода.
34. Изображение процессов в прямоточном и противоточном смешительных ТОО на диаграмме Рамзина.
35. Теплообмен при поперечном омывании пучка гладких труб. Компоновка труб. Шахматный и коридорный пучки труб.
36. Определение количества тарелок ректификационной колонны методом теоретических тарелок.
37. Расчет теоретических конвективных сушильных установок с однократным использованием сушильного агента. Изображение процессов на диаграмме.



38. Влажный воздух. Свойства влажного воздуха. Диаграмма влажного воздуха (Рамзина)
39. Коэффициент теплопередачи в рекуперативных ТОО.
40. Основные конструкции регенеративных ТОО. Особенности теплообмена в регенеративных ТОО.
41. ТОО с «кипящим» (псевдооживленным) слоем. Свойства «кипящего» слоя. Теплообмен в слое.
42. Многоступенчатые выпарные установки. Схемы МВУ. Классификация МВУ.
43. Теплообмен на развитых поверхностях. Методы оребрения. Методы расчета.

## **Раздел 2. «Источники и системы теплоснабжения предприятий»**

1. Конструкции и область применения надземных прокладок тепловых сетей. Расчет тепловых потерь надземных теплопроводов.
2. Сепаратор пара с внутренней сферической перегородкой. Расчетная тепловая мощность системы отопления.
3. Отопление промышленных зданий. Расчет потерь и внутренних тепловыделений в производственных цехах.
4. Прочностной расчет трубопроводов тепловых сетей. Расчет расстояния между подвижными опорами.
5. Конденсатоотводчики с закрытым и открытым поплавком.
6. Вентиляция промышленных цехов, классификация, назначение. Расчет вредных выделений. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.
7. Расчет падения температуры сетевой воды по длине трубопровода.
8. Контактный теплообменник с активной насадкой.
9. Принципиальная схема паровой котельной и ее расчет.
10. Виды аккумуляторов горячей воды, их расчет.
11. Схема присоединения отопительных приборов с элеваторным смешением.
12. Промышленные тепловые электростанции. Виды ТЭЦ, маркировка турбин, используемых на электростанциях.
13. Пьезометрический график и метод его построения. Требования, предъявляемые к пьезометрическому графику.
14. Катковая подвижная опора. Назначение и конструкция.
15. Схемы и оборудование для использования теплоты отработанного пара, конденсата и горячей воды. Устройство и расчет парового аккумулятора.
16. Расчет толщины тепловой изоляции. Требования, предъявляемые к тепловой изоляции.
17. Устройство и принцип действия дефлектора.
18. Оборудование систем кондиционирования воздуха: масляные и сухие фильтры, камеры орошения, глушители.



19. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки по отопительной. Графики температуры и расхода сетевой воды для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.
20. Системы пароснабжения промышленных предприятий. Схемы присоединения абонентов к паропроводам.
21. Гидравлические характеристики насосов и тепловых сетей, методы их расчета. Определение расхода сетевой воды в тепловых сетях.
22. Устройство, принцип действия и расчет элеваторов.
23. Газожидкостные утилизаторы. Контактные экономайзеры, КТАНЫ, теплообменники с псевдооживленным слоем.
24. Внутренняя и наружная коррозия тепловых сетей, методы борьбы с ней.
25. Конструкция линзового компенсатора.
26. Промежуточный перегрев пара и его влияние на работу КЭС и ТЭЦ. Оптимальные параметры промежуточного перегрева пара.
27. Расчет экономии топлива при комбинированной выработке электроэнергии и теплоты на ТЭЦ.
28. Центральное качественное регулирование однородной отопительной нагрузки. Графики зависимости температуры и расхода сетевой воды от температуры наружного воздуха.
29. Устройство конденсатоотводчиков с гидрозатвором.
30. Экономическая эффективность использования вторичных энергоресурсов. Расчет экономии топлива при замещении котельных и ТЭЦ теплоутилизационными установками.
31. Центральное регулирование тепловой нагрузки в открытых системах теплоснабжения.
32. Расчет вентиляционной тепловой нагрузки по удельным нормам расхода тепла на вентиляцию.
33. Тепловой и гидравлический расчет паропроводов, порядок расчета.
34. Схема присоединения отопительных установок с насосным смешением.
35. Принципиальная схема центральной системы кондиционирования воздуха. Изображение процессов на I-d - диаграмме. Расчет тепло- и хладопотребления СКВ.
36. Расчет линейных тепловых потерь подземных канальных однострунных и многотрубных прокладок.
37. Смешанная схема присоединения установки горячего водоснабжения.
38. Регенеративный подогрев питательной воды на КЭС и ТЭЦ. Оборудование, распределение степени подогрева между подогревателями: равномерный подогрев, подогрев с одинаковым изменением энтропии.
39. Расчет теплоаккумулирующей способности зданий.
40. Гидравлический расчет тепловых сетей. Основные соотношения для расчета линейных и местных потерь давления.
41. Гидравлический режим тепловых сетей. Задачи расчета гидравлического режима.



42. Независимая схема присоединения отопительных установок.
43. Схемы отпуска тепла с ТЭЦ с паром: непосредственным отпуском пара из отбора турбины, с пароструйным компрессором (эжектором), через паропреобразователь.
44. Последовательная схема присоединения установки горячего водоснабжения.
45. Котельные, их классификация. Оборудование, тепловые схемы котельных: принципиальная, развернутая, монтажная.
46. Конструкции подвижных опор. Расчет продольных реакций подвижных опор.
47. Катодная защита тепловых сетей от электрической коррозии.
48. Методы центрального регулирования тепловой нагрузки; качественное, количественное, качественно-количественное регулирование, сравнительный анализ.
49. Параллельная схема присоединения установки горячего водоснабжения.
50. Принципиальная тепловая схема водогрейной котельной и ее расчет.
51. Назначение, схемы и оборудование тепловых пунктов.
52. Контактный экономайзер.
53. Тепловые схемы паротурбинных электростанций. Принципиальная тепловая схема паротурбинной ТЭЦ.
54. Компенсация температурных деформаций теплопроводов, конструкции и расчет компенсаторов.
55. Камеры и павильоны тепловых сетей.
56. Влияние начальных параметров пара и давления в конденсаторе на эффективность работы паротурбинной установки
57. Конструкции неподвижных опор. Нагруженные и ненагруженные опоры.
58. Определение расхода тепла на отопление промышленных и жилых зданий. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления.
59. Линейные и местные тепловые потери. Коэффициент эффективности тепловой изоляции. Расчет температурного поля в грунте.
60. Последовательная двухступенчатая схема присоединения установки горячего водоснабжения.
61. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Основные требования к теплоизоляционным материалам.
62. Устройство фильтра-грязевика.
63. Схема ТЭЦ с отпуском тепла с горячей водой. Пиковые пароводяные подогреватели и пиковые водогрейные котельные. Коэффициент теплофикации.
64. Комбинированная схема присоединения отопительных приборов с элеватором и подмешивающим насосом.
65. Методы регулирования систем кондиционирования воздуха: метод "точки росы" и метод регулирования по оптимальному режиму.



66. Выбор схем присоединения абонентов, сетевых и подпиточных насосов по пьезометрическому графику.

67. Конструкция подземного теплопровода в монолитных блоках с армопенобетонной изоляцией.

### Требования к уровню подготовки поступающего

#### Поступающий должен знать/понимать:

- основные типы, конструкции и технологические схемы теплообменного оборудования;
- методы выбора, расчета и оптимизации теплообменного оборудования;
- потребителей пара и горячей воды;
- структуры централизованного, индивидуального теплоснабжения;
- способы использования вторичных энергоресурсов.

#### Поступающий должен уметь:

- проводить инженерные расчеты энергетического оборудования;
- разбираться в процессах, протекающих в изученном оборудовании;
- разбираться в нормативной документации;
- выбирать тип присоединения потребителя к тепловой сети;
- выбирать режим и оборудование для регулирования тепловой нагрузки.

### III. Примерный вариант задания

1. Теплообмен при течении однофазного теплоносителя в прямых круглых каналах, при течении в не прямых каналах и каналах сложной формы.
2. Кипящий (псевдооживленный) слой. Свойства. Характеристики.
3. Промышленные тепловые электростанции. Виды ТЭЦ, маркировка турбин, используемых на электростанциях.
4. Пьезометрический график и метод его построения. Требования, предъявляемые к пьезометрическому графику.

### IV. Критерии оценивания работ поступающих

Продолжительность вступительного испытания – 2 академических часа, включая время на подготовку ответа.

Вступительные испытания проводятся в письменной и устной форме.

Поступающему в магистратуру необходимо ответить на четыре вопроса программы из разных разделов, охватывающих теоретические и прикладные аспекты из профессиональной области знаний. Основное внимание при оценке знаний поступающих уделяется их умению всесторонне анализировать объекты или про-



цессы, логически мыслить, владению новыми сведениями по рассматриваемым вопросам, а также на склонность к научным исследованиям.

Оценивание ответов на задание осуществляется по 100-балльной шкале.

Каждый вопрос оценивается максимум в 25 баллов.

Оценка 25 баллов ставится в случае, если поступающий дал полный ответ на вопрос, материал логически правильно изложен, поступающий показал глубокие знания по предмету, владеет понятийным аппаратом и терминологией, в ответе отсутствуют ошибки и неточности.

Оценка 21-24 баллов ставится при наличии небольших ошибок в ответе.

Оценка 17-20 баллов ставится в случае неполного ответа (не освещена часть материала).

Оценка 9-16 баллов ставится, если при ответе отсутствует конкретика, освещена только половина материала по теме вопроса.

Оценка 8 баллов и ниже ставится, если испытуемый допустил при ответе грубые ошибки, неверно использует терминологию.

При полных ответах на дополнительные вопросы (не более трех по каждому вопросу билета) испытуемому ставится суммарная оценка до 8 баллов (но не более 100 баллов за весь экзамен).

Для выставления объективной оценки экзамен принимает комиссия, созданная приказом ректора, в составе не менее трех человек. Каждый член комиссии оценивает ответы испытуемого, после чего вычисляется средняя оценка по результатам оценивания ответа на билет всеми членами комиссии.

## **V. Рекомендуемая литература**

1. Бакластов А.М., Удыма П.Г., Горбенко В.А. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок /А.М. Бакластов, П.Г. Удыма, В.А. Горбенко.- М.: Энергоиздат, 1981. 336 с.
2. Промышленные тепломассообменные процессы и установки: Учебник для вузов /А.М. Бакластов и др. - М.: Энергоатомиздат, 1986. 326 с.
3. Б.Н. Голубков, О.Л. Данилов, Л.В. Зосимовский и др. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий. М.: Энергия, 1982.
4. Е.Я.Соколов. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергия, 2001.
5. В.Е.Козин, Т.А.Левина, А.П.Марков и др. Теплоснабжение. М.: Высшая школа, 1980.
6. Портнов В.В. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты. Учебное пособие /В.В. Портнов.- Воронеж: ВГТУ, 2008. 123 с.
7. Портнов В.В. Ректификационные и дистилляционные установки. Учебное пособие / В.В. Портнов.- Воронеж: ВГТУ, 2009. 82 с.
8. Портнов В.В. Выпаривание. Учебное пособие / В.В. Портнов.- Воронеж: ВГТУ, 2009. 110 с.